

**KAJIAN KERAWANAN LONGSORLAHAN DAN
TEKNIK LEAST COST PATH ANALYSIS UNTUK
PENENTUAN JALUR EVAKUASI DI SUB DAS JLANTAH
JAWA TENGAH**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

Oleh:

MARLINDA KUSUMANINGRUM

E100191083

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

**KAJIAN KERAWANAN LONGSORLAHAN DAN
TEKNIK *LEAST COST PATH ANALYSIS* UNTUK
PENENTUAN JALUR EVAKUASI DI SUB DAS JLANTAH
JAWA TENGAH**

PUBLIKASI ILMIAH

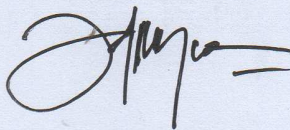
Oleh:

MARLINDA KUSUMANINGRUM

E100191083

Te'lah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing,



Aditya Saputra, Ph.D

NIDN 0618018702

HALAMAN PENGESAHAN

**KAJIAN KERAWANAN LONGSORLAHAN DAN
TEKNIK *LEAST COST PATH ANALYSIS* UNTUK
PENENTUAN JALUR EVAKUASI DI SUB DAS JLANTAH
JAWA TENGAH**

OLEH

MARLINDA KUSUMANINGRUM

E100191083

**Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat, 5 Maret 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji

1. Aditya Saputra, Ph.D

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si

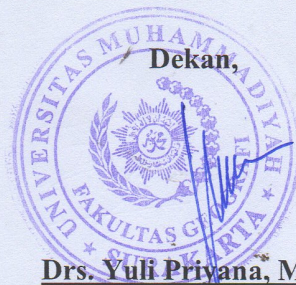
(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Drs. Munawar Cholil, M.Sc

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)



Drs. Yuli Priyana, M.Si.

NIDN 0620076301

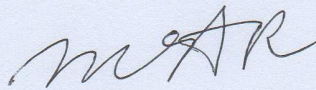
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesajaraan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Februari 2021

Penulis,



MARLINDA KUSUMANINGRUM

E100191083

**KAJIAN KERAWANAN LONGSORLAHAN DAN
TEKNIK *LEAST COST PATH ANALYSIS* UNTUK
PENENTUAN JALUR EVAKUASI DI SUB DAS JLANTAH, JAWA
TENGAH**

Abstrak

Bencana longsorlahan merupakan bencana yang sering terjadi di Sub DAS Jlantah saat musim penghujan. Permasalahan longsorlahan timbul di area penelitian karena area tersebut memiliki topografi yang miring dan berdasarkan data dari dinas terkait sering terjadi bencana longsorlahan. Tujuan dari penelitian ini adalah memetakan distribusi spasial tingkat kerawanan longsorlahan dan mengetahui jalur evakuasi yang efektif di Sub DAS Jlantah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode berjenjang tertimbang pada parameter yang digunakan. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling pada parameter penggunaan lahan berdasarkan kelas kerawanan longsorlahan. Parameter yang digunakan dalam pemetaan kerawanan longsorlahan adalah curah hujan, kemiringan lereng, jenis batuan, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Identifikasi mengenai tingkat kerawanan longsorlahan menghasilkan 3 kelas kerawanan, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Daerah dengan tingkat kerawanan longsorlahan tinggi berada di sebagian Jatipuro, Girimarto, Manyaran, Nguter dan sebagian besar Jatiyoso. Kerawanan sedang berada di sebagian Kecamatan Jatipuro, Jumapolo, sebagian besar Kabupaten Wonogiri dan Sukoharjo. Kerawanan longsorlahan rendah berada di sebagian besar Kabupaten Sukoharjo dan sebagian Kecamatan Wonogiri. Berdasarkan hasil analisis spasial tingkat kerawanan longsorlahan tersebut, maka dapat digunakan sebagai media peringatan dini bagi masyarakat yang berada di daerah rawan. Sebagai bentuk pengaplikasian, maka dibuat pemetaan jalur evakuasi dengan menggunakan teknik *least cost path analysis*. Teknik tersebut dipilih karena dapat menunjukkan secara efektif jalur evakuasi terdekat dengan biaya terendah. Dengan demikian, maka dapat membantu masyarakat dalam proses evakuasi.

Kata Kunci: Longsorlahan, Jalur Evakuasi, *Least Cost Path Analysis*,

Abstract

Landslide is a disaster that occurs in Jlantah Sub watershed during rainy season. Landslide problems arise in the study area because that area has sloping topography and based on data from related agencies, landslide often occurs. The aim of this research are to map spatial distribution of landslide vulnerability level

and to determining the effective evacuation route in Jlantah Sub Watershed. The research method that used is skoring of parameters that used. The sampling method that used is purposive sampling of landuse based on the landslide vulnerability class. The parameters that used in this study are rainfall, slope, geology type, soil type, and landuse. Identification of vulnerability level of landslide have 3 results, that are high, medium, and low class. The highest level of landslide are located in Jatipuro, Girimarto, Manyaran, Nguter, and most of Jatiyoso district. Medium class of landslide are located in Jatipuro district, Jumapolo district, most of Wonogiri regency, and some of Sukoharjo regency. Low class of landslide are located in most of Sukoharjo regency and some of Wonogiri district. Based on the result of spatial analysis of vulnerability level of landslide, it can be used as an early warning system for general public that live in prone area. As a form of application, an evacuation route was made by using least cost path analysis technique. Through this technique, an effective evacuation route will be formed. The technique was chosen because it can effectively show the closest evacuation route at the lowest cost. That technique can help the public about evacuation process.

Keywords: Landslide, Evacuation Route, Least Cost Path Analysis,

1. PENDAHULUAN

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, bencana adalah peristiwa yang dapat mengancam kehidupan manusia yang menimbulkan korban jiwa, kehilangan harta benda, dan dampak psikologis. Bencana dapat disebabkan oleh faktor alam dan nonalam. Kajian mengenai bencana longsorlahan termasuk dalam kategori bencana alam.

Longsorlahan merupakan kajian geografi fisik. Kajian geografi adalah hubungan timbal balik gejala di permukaan bumi baik fisik maupun sosial (Adista, 2014). Faktor alam yang menimbulkan bencana longsorlahan adalah intensitas curah hujan, geologi yang berkembang, jenis tanah, topografi dan penggunaan lahan (Priyono, 2020). Kajian mengenai kerawanan longsorlahan berlokasi di Sub DAS Jlantah. Sub DAS Jlantah merupakan Sub DAS yang terbentang di 3 Kabupaten, yaitu Kabupaten Wonogiri, Sukoharjo, dan Karanganyar. Luas area DAS Jlantah sebesar 365.581 hektare yang didominasi oleh topografi miring.

Bentuklahan yang berkembang di DAS Jlantah antara lain bentuklahan struktural, denudasional, dan fluvial. Bentuklahan asal proses struktural dan denudasional dalam penelitian ini tersebar di Kabupaten Karanganyar dan

Wonogiri, sedangkan bentuklahan asal proses fluvial terletak di Kabupaten Sukoharjo. Faktor penentu Kabupaten Karanganyar dan Wonogiri memiliki bentuklahan asal proses struktural dan denudasional karena daerah tersebut berasosiasi langsung dengan Gunung Lawu dan Pegunungan Selatan. Oleh karena itu, beberapa daerah di Sub DAS Jlantah dikategorikan sebagai daerah rawan bencana longsorlahan. Tabel 1 berikut menginformasikan jumlah kejadian bencana longsorlahan di Sub DAS Jlantah.

Tabel 1. Tabel Kejadian Bencana Longsorlahan Per Kecamatan di Sub DAS Jlantah Tahun 2018-2019

No	Kecamatan	Jumlah
1.	Tawang Sari	0
2.	Bulu	5
3.	Nguter	1
4.	Sukoharjo	0
5.	Bendosari	0
6.	Grogol	0
7.	Jatipuro	2
8.	Jatiyoso	7
9.	Jumapolo	5
10.	Manyaran	3
11.	Selogiri	2
12.	Wonogiri	3
11.	Ngadirojo	1
12.	Girimarto	1
Jumlah		30

(Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukoharjo, Karanganyar, dan Wonogiri Tahun 2018 dan 2019)

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa longsorlahan yang terjadi di Sub DAS Jlantah berjumlah 30 kali. Kecamatan yang pernah mengalami

longsorlahan merupakan daerah dengan kemiringan lereng yang relatif tinggi hingga tinggi. Oleh karena itu, maka persebaran kejadian bencana longsorlahan hanya terjadi di sekitar Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Wonogiri dan sebagian Kabupaten Sukoharjo. Beberapa kecamatan di Kabupaten Sukoharjo tidak rawan longsorlahan karena secara topografi berada di daerah datar.

Menurut (Purwohadiwidjojo dalam Zulfiandi, 2009) Longsorlahan merupakan gerakan tanah yang menimbulkan pergerakan massa batu/tanah dengan arah tegak, mendatar, atau miring dari arah sebelumnya. Longsorlahan merupakan bencana khas yang terjadi di daerah bertopografi pegunungan/perbukitan saat memasuki musim penghujan. Hal yang menyebabkan kondisi demikian adalah banyaknya simpanan air di daerah topografi miring, sedangkan tanah tidak mampu menahan simpanan air tersebut (Nursa'ban, 2010). Menurut persebaran topografinya, bencana longsorlahan hanya terjadi di daerah dengan topografi miring yaitu Kecamatan Bulu, Nguter, Wonogiri, Selogiri, Ngadirojo, Girimarto, Jatipuro, dan Jatiyoso. Kecamatan Jatiyoso Kabupaten Karanganyar paling sering terjadi bencana longsorlahan karena wilayahnya berasosiasi dengan Gunung Lawu yang memiliki kekhasan daerah miring.

Longsorlahan merupakan salah satu bencana alam yang sangat berbahaya. Dampak terbesar dari kerugian yang ditimbulkan adalah kehilangan harta benda dan adanya korban jiwa. Kejadian bencana longsorlahan dalam beberapa bulan terakhir pernah terjadi di wilayah Sub DAS Jlantah. Longsorlahan yang terjadi pada bulan Desember 2020 di Kecamatan Jatiyoso Karanganyar banyak menimbulkan kerugian. Beberapa kerugian yang ditimbulkan, antara lain: dapur dan kandang permanen ambruk, dapur semipermanen ambruk, longsorlahan menimpa tembok dan menyebabkan kamar mandi jebol. Ketiga kejadian tersebut terjadi di Desa Wukirsawit pada tanggal 14 Desember 2020 (BPBD Kabupaten Karanganyar, 2020).

Analisis mengenai tingkat kerawanan longsorlahan dilakukan dengan menggunakan parameter curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, jenis batuan, dan jenis penutuplahan. Parameter curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah,

jenis batuan dipengaruhi oleh kondisi fisik dan alam suatu wilayah, sedangkan parameter penutuplahan dipengaruhi oleh aktivitas manusia terhadap alam. Manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya sangat menggantungkan diri pada alam. Oleh sebab itu, masyarakat memanfaatkan lahan untuk berbagai keperluan seperti permukiman, persawahan, tegalan, dan lain sebagainya.

Pengaruh kelima faktor terjadinya bencana longsorlahan tersebut dapat digunakan untuk analisis tingkat kerawanan longsorlahan. Tingkat kerawanan longsorlahan dapat diklasifikasikan menjadi tiga tingkatan, yaitu kerawanan tinggi, sedang, dan rendah. Sebagai upaya mitigasi bencana geologi, maka perlu dilakukan penentuan jalur evakuasi di daerah rawan bencana. Upaya mitigasi bencana dapat dianalisis secara otomatis dengan SIG untuk memperoleh jalur paling efektif untuk mempersingkat waktu dan biaya evakuasi (Sulistyo, 2016). Menurut (BNPB, 2010) Evakuasi adalah kegiatan memindahkan korban bencana dari lokasi bencana ke lokasi yang lebih aman.

Teknik yang digunakan untuk memetakan jalur evakuasi adalah teknik *least cost path analysis*. Teknik tersebut memiliki kelebihan dapat mencari biaya yang efisien dan lebih mudah dipahami bagi masyarakat awam (Yusanti, 2017). Peta mengenai kerawanan longsorlahan merupakan bentuk peringatan dini bagi masyarakat sekitar yang memiliki ancaman bencana longsorlahan. Sebagai bentuk pengaplikasian, maka peta jalur evakuasi digunakan sebagai bentuk panduan bagi masyarakat untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat dari bencana. Oleh karena itu, maka peta jalur evakuasi dibuat seefektif mungkin untuk mempersingkat waktu dan biaya evakuasi.

2. METODE

Secara garis besar, metode yang digunakan dalam penelitian mengenai kajian tingkat kerawanan longsorlahan adalah metode analisis berjenjang tertimbang pada data-data spasial (PUSLITTANAK, 2004). Metode ini didukung dengan teknik pengambilan sampel/survey wilayah hasil dari pengolahan data spasial. Survey dilakukan pada tiap tingkatan kerawanan longsorlahan. Teknik analisis spasial yang menggunakan teknik tumpang tindih (overlay) dan klasifikasi. Overlay adalah

mengombinasikan minimal dua layer yang menjadi masukannya, sehingga menjadi satu kesatuan. Klasifikasi merupakan analisis spasial untuk mengklasifikasikan data spasial berdasarkan kriteria tertentu (Aditya, 2019).

2.1 Analisis data spasial

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengolah data spasial. Data-data yang digunakan, antara lain: data intensitas curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, jenis batuan, dan penggunaan lahan. Data intensitas curah hujan didapatkan dari kondisi di lapangan per titik stasiun hujan. Data kemiringan lereng didapatkan dari hasil analisis geografis kontur tanah. Data jenis batuan, jenis tanah, dan penggunaan lahan didapatkan dari peta yang diterbitkan oleh Bakosurtanal. Data-data yang terkumpul tersebut dilakukan pembobotan dan pengharkatan guna mengetahui besar nilai parameter berdasarkan sifat-sifatnya.

Tabel 2. Klasifikasi Intensitas Curah Hujan dalam mm/tahun

Parameter	Skor	Bobot
Sangat Basah (>3000)	30%	5
Basah (2501-2300)	30%	4
Sedang (2001-2500)	30%	3
Kering (1501-2000)	30%	2
Sangat Kering (<1500)	30%	1

(Sumber: PUSLITTANAK, 2004)

Parameter curah hujan merupakan parameter yang didapatkan dari hasil pencatatan di titik lokasi stasiun hujan. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa intensitas curah hujan di Sub DAS Jlantah sangatlah kompleks. Curah hujan yang terjadi berkisar dari 1500-2000 mm/tahun hingga 3000-3500 mm/tahun. Skor untuk parameter curah hujan adalah 30%. Berikut merupakan data curah hujan yang terjadi di Sub DAS Jlantah periode tahun 2010-2020.

Tabel 3. Data Curah Hujan di Sub DAS Jlantah

Bulan	Tahun												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Jumlah	Rerata
Januari	336	227	380.5	494.5	214	312	346.3	352.8	489.8	346.2	285	3784	344
Februari	239	238.5	271.5	259	201.5	554	535.5	498.5	256	305.6	436	3795	632
Maret	400	326.5	222.5	195.5	296.8	286.3	295.8	236.5	232.8	378.4	466	3337	303
April	66	184	125.5	179	155.5	315.3	200	255.8	155.8	136.6	149	1922	320
Mei	99	119	46	149	70.5	53.5	198.5	46.3	7.5	26.6	201	1017	92
Juni	4	20	36.5	55.5	81	3.5	264.5	37.3	5.5	0	11	519	86
Juli	4	0	0	31	19.5	0	149	7.8	0	2	6	219	20
Agustus	55	0	0	0	1.5	0	86.3	0.8	0	0	77	220	37
September	155	4.5	0	0	5.8	0	312.8	91.8	15	0	19	604	55
Oktober	140	91.5	25	166.5	12.8	0.3	329.8	83	2	1.4	136	988	165
November	78	288.5	122	208	211.8	145.3	514	458.3	187.3	90.2	208	2511	228
Desember	275	186	289	302.5	563.8	368.5	162.3	236.8	216.8	265	371	3237	539
Jumlah	1851	1685.5	1518.5	2040.5	1834.3	2038.5	3394.5	2305.3	1568.3	1552	2364	22152	2823
Rerata	154.3	140.5	126.5	170	152.9	169.9	282.9	192.1	130.7	129.3	197	1846	235
Bulan Basah	6	7	6	8	6	6	11	6	6	5	8	75	6.8
Bulan Kering	3	5	6	4	4	6	0	4	6	6	3	47	4.3

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo, 2021

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian menggunakan periode waktu selama 10 tahun. Berdasarkan data tersebut maka dapat diketahui bahwa rerata curah hujan yang terjadi di Sub DAS Jlantah dalam periode waktu 10 tahun sebesar 235 mm/tahun. Rerata curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2016 sebesar 282,9 mm/tahun, sedangkan rerata curah hujan terkecil terjadi pada tahun 2019 sebesar 129.3 mm/tahun.

Berdasarkan data curah hujan di Sub DAS Jlantah diketahui bahwa jumlah rerata bulan kering sebanyak 4,3, sedangkan rerata bulan basah sebanyak 6,8. Hasil dari perhitungan nilai Q diketahui bahwa Sub DAS Jlantah memiliki nilai Q sebesar 63,2%. Dengan demikian maka dapat diketahui bahwa tipe curah hujannya adalah Agak basah (C). Maksud dari tipe curah hujan agak basah adalah hujan yang terjadi di musim penghujan mampu mengimbangi kekeringan di musim kemarau.

Tabel 4. Kemiringan Lereng di Sub DAS Jlantah

Parameter	Skor	Bobot
>45	20%	5
30-45	20%	4
15-30	20%	3
8-15	20%	2
<8	20%	1

(Sumber:PUSLITTANAK, 2004)

Suatu tempat yang memiliki tingkat kemiringan lereng tinggi ditunjukkan dengan persentase yang besar. Secara topografi wilayah, DAS Jlantah termasuk dalam kemiringan lereng yang kompleks. Wilayah datar berada di sebagian besar Kabupaten Sukoharjo, sedangkan daerah tertinggi berada di Kabupaten Karanganyar. Hasil dari analisis dinyatakan bahwa bobot yang dihasilkan adalah 1-5. Kemiringan lereng dalam identifikasi kerawanan longsoran memiliki skor 20%.

Tabel 5. Jenis Batuan

Parameter	Skor	Bobot
Batuan Vulkanik	20%	3
Batuan Sedimen	20%	2
Batuan Aluvial	20%	1

(Sumber: PUSLITTANAK, 2004)

Jenis batuan berfungsi untuk mengetahui sifat alamiah suatu material batuan. Batuan dapat bersifat lemah dan kuat yang dipengaruhi oleh bahan induknya. Jenis batuan dalam identifikasi kerawanan longsorlahan memiliki skor 20%. Formasi batuan yang berkembang di Sub DAS Jlantah adalah alluvial, lahar lawu, lava jabolarangan, lava sidoramping, dan formasi mandalika. Berdasarkan jenis-jenis batuan tersebut, maka dapat diketahui bahwa satu-satunya batuan yang tidak dipengaruhi oleh aktivitas vulkanisme adalah jenis batuan alluvial.

Tabel 6. Jenis Tanah

Parameter	Skor	Bobot
Regosol	10%	5
Andosol Podsolik	10%	4
Latosol Coklat	10%	3
Asosiasi Latosol Coklat Kekuningan	10%	2
Aluvial	10%	1

(Sumber: PUSLITTANAK, 2004)

Jenis tanah menentukan besarnya kepekaan tanah terhadap erosi karena tanah dapat memiliki sifat menyerap atau meloloskan air. Skor tanah dalam identifikasi kerawanan longsorlahan adalah 10%. Jenis tanah memiliki persentase skor terkecil karena pengaruhnya terhadap bencana longsorlahan sangat sedikit.

Tabel 7. Jenis Penutuplahan

Parameter	Skor	Bobot
Tegalan, sawah	20%	5
Semak belukar	20%	4
Hutan dan perkebunan	20%	3
Kota/ permukiman	20%	2
Tambak, waduk, perairan	20%	1

(Sumber: PUSLITTANAK, 2004)

Tutupan lahan merupakan atribut biofisik permukaan bumi. Penutuplahan merupakan fisik yang akan terdampak bencana longssorlahan. Skor untuk identifikasi tutupan lahan adalah 20%. Penilaian besar bobot disesuaikan dengan jenis penutuplahan yang berkembang.

Berdasarkan hasil identifikasi parameter-parameter yang berkembang tersebut, maka dapat dilakukan tumpang tindih data/overlay. Melalui metode ini maka data akan tergabung menjadi satu dan dapat dilakukan analisis lanjutan. Analisis yang dilakukan berupa pengukuran pengharkatan total yang dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{SKOR TOTAL} = 0,3FCH + 0,2FBD + 0,2FKL + 0,2FPL + 0,1F \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- FCH* = Faktor Curah Hujan
- FBD* = Faktor Jenis Batuan
- FKL* = Faktor Kemiringan Lereng
- FPL* = Faktor Penutupan Lahan
- FJT* = Faktor Jenis Tanah
- 0,3; 0,2; 0,1 = Bobot Nilai

Setelah diperoleh nilai total pengharkatan, maka dilakukan klasifikasi berdasarkan tingkat kerawanannya. Hal yang diperlukan guna mengetahui jumlah klasifikasi adalah harkat total terbanyak dan harkat total terkecil. Jumlah kelas klasifikasi yang digunakan adalah 3, yaitu tinggi, sedang, dan rendah.

$$\frac{\text{Skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas klasifikasi}} \dots\dots\dots (2)$$

Pemetaan jalur evakuasi dilakukan langsung dengan proses analisis SIG. pemetaan dilakukan dengan menentukan titik awal dan titik akhir. Titik awal merupakan lokasi terjadinya bencana, sedangkan titik akhir merupakan titik evakuasi. Kedua titik dapat ditentukan jalur evakuasinya dengan menggunakan teknik least cost path analysis yang tersedia di geoprocessing SIG. Melalui metode analisis tersebut, maka akan didapatkan jalur evakuasi efektif yang dapat menghemat biaya dan waktu.

2.2 Metode Pengambilan Sampel

Metode survey lapangan yang dilakukan berguna untuk mengetahui tingkat akurasi data spasial yang dilakukan dalam pemetaan tingkat kerawanan longsorlahan. Penentuan lokasi survey dilakukan dengan menggunakan metode proporsional area sampling berdasarkan kelas kerawanan longsorlahan yang terjadi. Parameter yang disurvey adalah penggunaanlahan. Jumlah titik sampel yang dikumpulkan berjumlah 46 titik yang tersebar di Sub DAS Jlantah. Metode pengambilan sampel yang digunakan memiliki batas toleransi kesalahan sebesar 15%. Rumus untuk menghitung akurasi data lapangan adalah sebagai berikut.

$$\frac{\text{Jumlah sampel benar}}{\text{Jumlah sampel total}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Uji akurasi hasil lapangan penggunaanlahan yang ada di Sub DAS Jlantah sebesar 87%. Dengan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa data penggunaanlahan masih dinilai layak untuk pemetaan karena memiliki tingkat keakurasian lebih tinggi dari batas toleransi kesalahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Peta Tingkat Kerawanan Longsorlahan di Sub DAS Jlantah

Sub DAS Jlantah merupakan salah satu Sub DAS yang berada di Hulu Sungai Bengawan Solo. Sub DAS Jlantah memiliki outlet berupa Waduk Gajah Mungkur. Secara administrasi, Sub DAS Jlantah meliputi 3 kabupaten, yaitu Kabupaten Wonogiri, Karanganyar, dan Sukoharjo. Secara administrasi kecamatan meliputi: Kecamatan Wonogiri, Ngadirojo, Girimarto, Manyaran, Selogiri, Bulu,

Tawang Sari, Nguter, Sukoharjo, Bendosari, Grogol, Jumapolo, Jatipuro, dan Jatiyoso.

Dilihat dari topografi wilayahnya, Sub DAS Jlantah memiliki topografi wilayah yang kompleks. Sisi Utara DAS Jlantah terutama di sebagian besar Kabupaten Sukoharjo memiliki topografi datar. Di sebagian besar wilayah Sukoharjo Selatan yang berbatasan dengan Kabupaten Wonogiri dan Karanganyar memiliki topografi bergelombang. Sisi Timur DAS Jlantah memiliki topografi berupa pegunungan.

Keanekaragaman topografi yang berkembang di Sub DAS Jlantah ini dapat diketahui bencana khas yang sering terjadi. Di daerah datar memiliki kekhasan bencana berupa banjir, sedangkan daerah bergelombang hingga pegunungan memiliki ancaman bencana longsorlahan. Daerah yang sering terjadi bencana perlu dilakukan pemetaan guna sebagai upaya mitigasi bagi masyarakat sekitar. Bentuk pemetaan tersebut berupa pemetaan tingkat kerawanan longsorlahan di Sub DAS Jlantah.

Parameter yang digunakan untuk analisis tingkat kerawanan longsorlahan antara lain: intensitas curah hujan, kemiringan lereng, jenis batuan, jenis tanah, dan penutuplahan. Kelima parameter tersebut menentukan besarnya erosi yang dibawa oleh aliran air di musim penghujan pada daerah dengan kemiringan lereng yang tinggi. Sedangkan daerah yang memiliki topografi datar tidak berpengaruh terhadap bencana longsorlahan ini.

Data dari stasiun hujan menunjukkan bahwa terdapat 5 jumlah curah hujan yang berbeda yang tersebar di Sub DAS Jlantah. Curah hujan di titik stasiun hujan Waduk Gajah Mungkur (Wonogiri) sebesar 2258,8 mm/tahun. Titik Bendung Colo sebesar 1764 mm/tahun. Titik Waduk Gonggang sebesar 2381 mm/tahun. Titik stasiun Jatipuro sekitar 1939,5 mm/tahun dan stasiun Jatisrono sebesar 2292 mm/tahun. Gambar 13 berikut merupakan peta intensitas curah hujan yang terjadi di Sub DAS Jlantah dengan menggunakan metode isohyet.

Parameter untuk analisis mengenai tingkat kerawanan longsorlahan yang terjadi di Sub DAS Jlantah antara lain: intensitas curah hujan, kemiringan lereng, jenis batuan, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Data mengenai curah hujan

digunakan untuk mengetahui besar curah hujan yang terjadi di Sub DAS Jlantah. Proses analisis spasial mengenai curah hujan yang terjadi di Sub DAS Jlantah menghasilkan rentang nilai curah hujan 1700 mm/tahun hingga 2300 mm/tahun. Rentang nilai curah hujan yang terjadi tersebut dikategorikan sebagai curah hujan dengan intensitas kering hingga basah. Jika dibandingkan dengan penelitian (Rahmad, 2018) yang mengidentifikasi bahwa curah hujan yang terjadi di Deli Serdang berkisar 1500 mm/tahun – 2500 mm/tahun, maka curah hujan yang terjadi di Sub DAS Jlantah dikatakan lebih ekstrem. Jika dibandingkan dengan penelitian (Achmalia, 2018) yang dilakukan di Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali, maka curah hujan yang terjadi di Sub DAS Jlantah lebih rendah.

Secara geomorfologi Sub DAS Jlantah di bagian utara memiliki topografi yang datar dengan ketinggian 85 mdpl – 137 mdpl. Daerah dengan ketinggian demikian disebut dengan daerah cekungan banjir (Anna, 2017). Sedangkan wilayah di bagian timur DAS Jlantah memiliki kemiringan lereng yang tinggi mencapai $<45^{\circ}$. Daerah dengan kemiringan lereng tinggi ini dikategorikan sebagai daerah rawan bencana longsorlahan. Daerah yang termasuk dalam kategori tingkat kerawanan longsorlahan tinggi meliputi sebagian Kecamatan Jatipuro, Jatiyoso, dan sebagian Girimarto.

Material tanah yang terbentuk di Sub DAS Jlantah antara lain, aluvial, grumusol, andosol, mediteran, dan litosol. Persebaran tanah alluvial berada di daerah datar yang terbentuk akibat dari endapan sungai. Persebaran tanah grumusol berada di daerah Kecamatan Nguter dan Kecamatan Selogiri. Secara fisiografi, tanah ini berada di dua daerah yang berbeda, yaitu daerah vulkan dan daerah datar. Tanah andosol di Sub DAS Jlantah tersebar luas di daerah Puncak Gunung Lawu atau sekitar Kecamatan Jatiyoso. Tanaman yang berkembang adalah hortikultura, tanaman pangan, dan tanaman tahunan yang diiringi dengan pengelolaan tanaman yang baik, seperti pembuatan terasering sesuai topografinya (Dariah, 2014). Letak persebaran tanah litosol berada di sekitar Kecamatan Manyaran, Wonogiri. Hal ini disebabkan oleh masih terdapat pengaruh batuan Gunungkidul di sekitar Kecamatan Manyaran tersebut. Sedangkan tanah mediteran tersebar di daerah sekitar Ngadirojo dan Jatipuro.

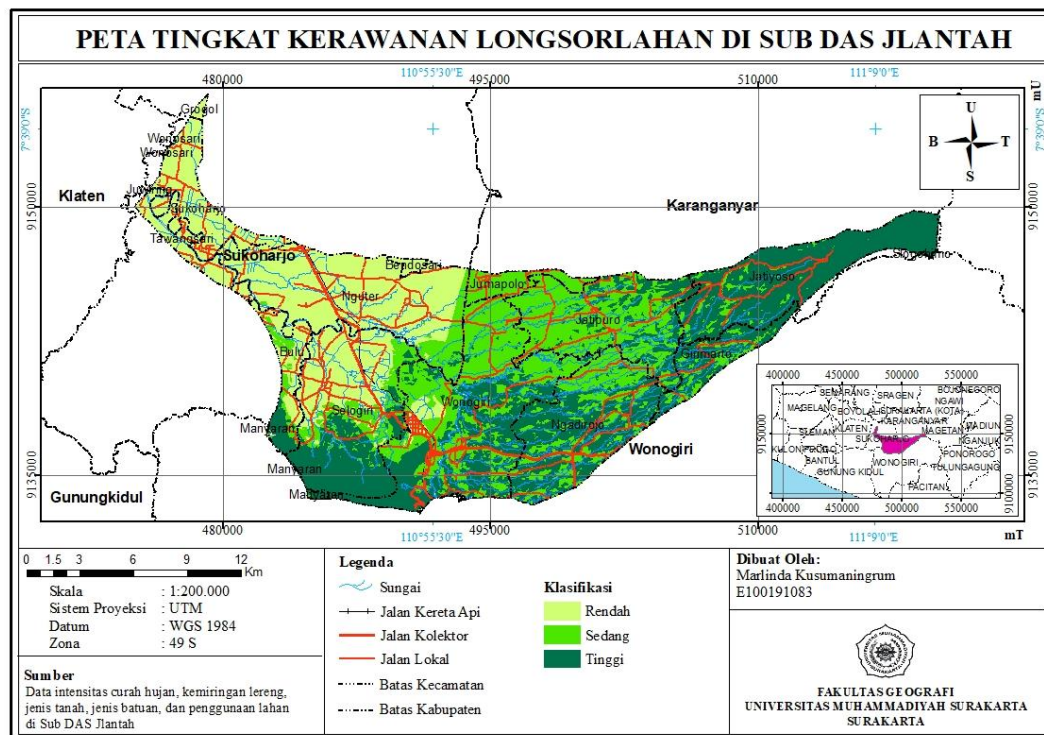
Tabel 8. Penutuplahan di Sub DAS Jlantah

No	Penutuplahan	Luas (hectare)
1.	Padang rumput	320
2.	Perkebunan/kebun	4815
3.	Permukiman dan tempat kegiatan	10057
4.	Sawah	16687
5.	Semak belukar	956
6.	Tegalan/ladang	3320

Sumber: hasil analisis data spasial (penulis, 2020)

Penggunaanlahan yang berkembang di Sub DAS Jlantah adalah padang rumput, perkebunan, permukiman, sawah, semak belukar, dan tegalan. Lahan berupa persawahan sangat mendominasi dengan luas sebesar 16687 hektare. Terlebih lagi di daerah datar yang memiliki irigasi yang baik. Akan tetapi seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, daerah yang memiliki kemiringan lereng yang cukup tinggi dapat mengembangkan bidang pertanian dengan sistem terasering. Dengan sistem tersebut, maka persebaran sawah bisa berada di daerah datar maupun daerah yang agak terjal.

Secara tidak langsung, jenis penggunaanlahan yang berkembang di suatu wilayah ada kaitannya dengan tingkat kerawanan longsorlahan. Daerah kemiringan lereng tinggi yang banyak memiliki tanaman berakar kuat, maka akan dapat menahan tanah dengan kuat. Dengan demikian maka bencana longsorlahan dapat dihindarkan. Sedangkan jika daerah kemiringan lereng tinggi tidak ditanami oleh tanaman berakar kuat, maka besar kemungkinan daerah tersebut terjadi bencana longsorlahan. Melalui gambar berikut, maka dapat diketahui kerawanan longsorlahan di Sub DAS Jlantah.



Gambar 1. Peta Klasifikasi Tingkat Kerawanan Longsorlahan di Sub DAS Jlantah

Berdasarkan peta tersebut maka dapat diketahui bahwa tingkat kerawanan longsorlahan di Sub DAS Jlantah dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu kelas kerawanan tinggi, sedang, dan rendah. Kerawanan longsorlahan tinggi tersebar di sekitar Kecamatan Manyaran, Selogiri, sebagian Wonogiri, Ngadirojo, Girimarto, Jatipuro, dan sebagian besar Jatiyoso. Kerawanan longsorlahan sedang tersebar di Kecamatan Bulu, Selogiri, Nguter, sebagian Wonogiri, sebagian Ngadirojo, Jumapolo, dan Jatipuro. Luas lahan yang memiliki tingkat kerawanan longsorlahan sedang di Sub DAS Jlantah sebesar 13116 hektare. Kerawanan longsorlahan rendah seluas 11842 hektare yang tersebar di Kecamatan Wonogiri, Sukoharjo, Nguter, Bulu, Tawangsanari, dan Jumapolo. Luas lahan dengan tingkat kerawanan longsorlahan tinggi sebesar 11079 hektare.

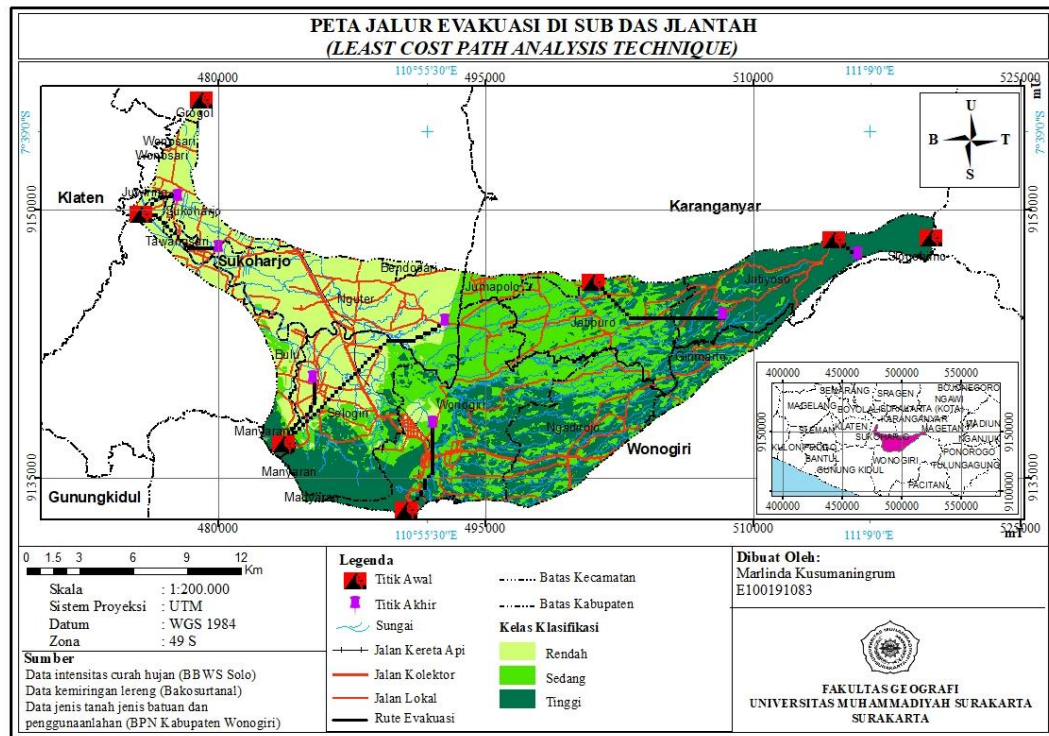
Melalui peta tersebut maka dapat diketahui bahwa longsorlahan erat kaitannya dengan kemiringan lereng. Daerah berwarna hijau tua yang menunjukkan daerah kerawanan longsorlahan tinggi. Ciri dari daerah tersebut adalah memiliki kemiringan lereng $>45^{\circ}$. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Duran, 2014 dalam

Prasetyo, 2018) yang menyatakan bahwa daerah yang memiliki topografi berupa perbukitan/pegunungan merupakan daerah rawan bencana longsorlahan.

3.2 Peta Jalur Evakuasi DAS Jlantah

Pembuatan peta jalur evakuasi dalam kajian pemetaan kerawanan longsorlahan sangat penting dilakukan. Pemetaan jalur evakuasi merupakan wujud pengaplikasian dari mitigasi bencana. Peta jalur evakuasi longsorlahan dibuat dengan menggunakan teknik *least cost path analysis*. Prinsip dari teknik ini adalah memetakan daerah rawan bencana secara efisien dengan menunjukkan rute optimal/terpendek. Kelebihan dari teknik ini adalah dapat memetakan jalur evakuasi paling efisien, sehingga dapat meminimalisir biaya dan waktu. Akan tetapi teknik ini juga memiliki kekurangan yaitu datanya yang bersifat raster menghasilkan jalur yang tidak sesuai dengan aksesibilitas.

Teknik *least cost path analysis* dalam pemetaan dilakukan dengan menentukan lokasi awal dan akhir terlebih dahulu. Lokasi awal menunjukkan lokasi terjadinya longsorlahan, sedangkan lokasi akhir menunjukkan lokasi evakuasi. Penentuan titik awal didasarkan pada daerah yang memiliki kerawanan tertinggi yang disesuaikan dengan penggunaannya. Hal ini juga berlaku untuk menentukan titik akhir yang dipilih berdasarkan penggunaannya berupa lahan terbangun area publik. Pemilihan lokasi evakuasi ini disesuaikan dengan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 7 Tahun 2008 Tentang Pedoman Tata Cara Pemberian Bantuan Pemenuhan Kebutuhan Dasar Bab IV Mengenai Jenis Bantuan. Gambar 2 berikut menunjukkan peta jalur evakuasi longsorlahan di Sub DAS Jlantah.



Gambar 2. Peta Jalur Evakuasi Longsorlahan DI Sub DAS Jlantah

Titik lokasi longsor tingkat kerawanan tinggi yang berada di lokasi paling krusial terhadap bencana longsorlahan. Hal ini dikarenakan oleh letaknya yang terlalu dekat dengan puncak Gunung Lawu dan Pegunungan Selatan, sehingga memiliki ciri kemiringan lereng yang tinggi. Lokasi evakuasi yang berada di titik Jatiyoso masih berada pada daerah dengan tingkat kerawanan tinggi. Walaupun demikian, titik evakuasi dirasa lebih aman karena berada di kemiringan lereng yang lebih rendah dan didukung oleh penggunaan lahan yang baik berupa area publik. Titik longsorlahan di Kecamatan Jatipuro memiliki titik evakuasi di Kecamatan Girimarto. Hal ini mempertimbangkan lokasi terdekat untuk evakuasi. Lokasi longsorlahan di Kecamatan Manyaran memiliki lokasi evakuasi di Kecamatan Bulu.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Tingkat Kerawanan Longsorlahan di Sub DAS Jlantah dibagi menjadi 3, yaitu kerawanan tinggi yang berasosiasi dengan Gunung Lawu dan Pegunungan Seribu, tepatnya di Kecamatan Manyaran, Girimarto, Jatipuro, dan Jatiyoso. Tingkat kerawanan sedang berasosiasi dengan daerah bergelombang, tersebar di sebagian besar Kabupaten Wonogiri, Sukoharjo bagian selatan, Kecamatan Jatipuro dan Jumapolo. Sedangkan tingkat kerawanan longsorlahan rendah berada di sebagian besar Kabupaten Sukoharjo dan Kecamatan Selogiri, Wonogiri.
2. Jalur evakuasi berdasarkan metode *least cost path analysis* didapatkan jalur yang paling efektif untuk mempersingkat biaya dan waktu evakuasi yang disesuaikan dengan penggunaan lahan yang berkembang, aksesibilitas, dan tingkat kerawanan longsorlahannya. Daerah Jatipuro memiliki lokasi evakuasi bertempat di wilayah selatan titik terjadinya longsor. Titik longsorlahan di Jatipuro memiliki titik evakuasi di Kecamatan Girimarto. Dua titik longsorlahan di Kecamatan Manyaran memiliki lokasi evakuasi di Kecamatan Bulu dan Kecamatan Wonogiri.

4.2 Saran

1. Hasil analisis spasial mengenai tingkat kerawanan longsorlahan dapat digunakan instansi atau pemerintah setempat guna memberikan informasi kepada masyarakat sekitar yang terancam akan bencana longsorlahan.
2. Hasil pemetaan jalur evakuasi longsorlahan dapat diaplikasikan kepada masyarakat yang terancam bencana longsorlahan guna memberikan arahan/edukasi lokasi evakuasi dengan jalur yang paling efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna, A. N. (2017). Analisis Potensi dan Kerawanan Banjir di DAS Bengawan Solo Hulu dan Tengah. *The 5Th Urecol Proceeding*, 39-49.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar. (2020).
- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.(2021)
- Dariah, A. dkk. (2014). *Tanah Andosol di Indonesia Karakteristik, Potensi Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.

- Enyew B. and Steenveld. G. (2014). *Analysing the Impacts of Topography on Precipitation and Flooding on the Ethiopian Highlands*.
- Nursa'ban, M. (2010). Identifikasi Kerentanan dan Sebaran Longsorlahan Sebagai Upaya Mitigasi Bencana di Kecamatan Bener Kabupaten Purworejo. *Jurnal Geografi GEA*, Vol 10 No 2.
- PUSLITTANAK. (2004). *Laporan Akhir Pengkajian Potensi Bencana Kekeringan, Banjir, dan Longsor di Kawasan Satuan Wilayah Sungai Citarum-Ciliwung, Jawa Barat Bagian Barat Berbasis Sistem Informasi Geografi*. Bogor.
- Priyono, K.D. dkk. (2020). Risk Analysis of Landslide Impacts on Settlements in Karanganyar, Central Java, Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 100-107.
- Sitepu, F. (2017). Pengaruh Intensitas Curah Hujan dan Kmeiringan Lereng Terhadap Erosi yang Berpotensi Longsor. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, Hal 23-27 Vol 21(1).
- Sulistyo, B. (2016). Peranan Sistem Informasi Geografi dalam Mitigasi Bencana Tanah Longsor. *Seminar Nasional "Mitigasi Bencana dalam Perencanaan Pengembangan Wilayah"*, 1-13.
- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2007